

## POMZA AGREGALI HAFİF BETONLARIN PANEL DUVAR ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Hüsnü TATLIDİL\*, Emre SANCAK

### Özet

Bu çalışmada pomza agregasının, yük taşıyıcılık özelliği olmayan bölme panel duvar elemanı üretiminde agrega olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Harç örneklerinin üretilmesi için TS EN 196-1 u uygun olarak karışımlar hazırlanmış, kalıplanmış ve bakımları yapılmıştır. 7. ve 28. günlere kadar standarda uygun olarak kür edilen örnekler üzerinde yine TS EN 196-1 e göre eğilme ve kırılarak ikiye ayrılan prizmaların 40x40 mm lik yüzeyine basınç deneyi uygulanarak basınç dayanımı değerleri elde edilmiştir. Harç karışımlarının su ihtiyacı, standartlarca belirtilen esaslara göre, akma tablası kullanılarak  $110 \pm 5$  akma olacak şekilde belirlenmiştir. 200- 300 -400 -500 kg/m<sup>3</sup> çimento dozlu, su/çimento oranı 0.4 olan karışımlarda %0-1-2-3 oranlarında süper akışkanlaştırıcı katkı kullanılarak numuneler dökülmüştür. 28 günlük en yüksek basınç dayanımları 500 dozlu karışımlarda % 3 katkılı numunelerde elde edilmiştir. Bu numunelerin diğerlerine oranla belirgin bir artış sağladığı tespit edilmiştir. Burada katkısız ve %2 süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkılı numunelerin basınç dayanımları arasında bir fark yoktur. 7. günde en yüksek eğilme dayanımları 500 kg/m<sup>3</sup> çimento dozlu karışımlarda elde edilmiştir. Burada kimyasal katkı kullanım oranının artışına bağlı olarak bir artış izlenmektedir. Ancak süper akışkanlaştırıcı katkının %2 ve %3 oranlarının sağladığı eğilme dayanımı artışları arasında çok büyük fark görülmemiştir.

**Anahtar :** Kelime: Pomza, Panel duvar, Hafif beton

### Abstract

In this study; the usability of pumice aggregate on the production of non-bearing partition panel wall, is studied. In order to produce mortar specimens, mix designs are performed according to TS EN 196-1, molded and cured accordingly. Bending strengths were measured on 40x40x160 mm specimens and compressive strength test was performed on the broken parts having a surface area of 40x40 mm after bending test on the 7th and 28th day cured mortar prism samples according to TS EN 196-1. Water demand of mortar mixtures was determined according to standards by using flow table of  $110 \pm 5\%$ . Specimens were molded using rate of % 0-1-2-3 super plasticizer additive at cement dosages of 200-300 -400 -500 kg/m<sup>3</sup> and water / cement ratio of 0.4%. The highest 28th day compressive strengths are obtained from the specimens of 3 % super plasticizer admixture with 500 kg/m<sup>3</sup> cement dosages. Results obtained from these samples showed a significant increase compared to the others. There is no difference between the compressive strengths of 2% super plasticizer chemical admixture added samples and the samples of no additive. Maximum bending strength of the mixtures was obtained at 7th day of mixtures of 500 kg dosage. Here, bending strengths of mixtures are increasing with increasing the usage rate of the chemical admixture. However, there is no big differences between bending strength increases of 2% and 3% chemical admixture were observed.

**Keywords:** Pumice, panel wall, lightweight concrete

\* Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi A.B.Dah, ISPARTA

## 1. Giriş

Betonarme yapılarda önemli sorun olarak görülen yapı ağırlığının azaltılabilmesi için günümüze kadar çeşitli malzemeler kullanılmıştır. Bu malzemelerde hafifliğin aranılan temel özellik olmasının yanında, dayanım, yüksek sıcaklığa karşı direnç, yüksek ısı yalıtımı gibi özelliklerin de elde edilmesi üzerinde durulmuştur. Hafif ve ısı yalıtımı özellikleri iyi olan malzemelerin kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır(Kok and Min-Hong, 2002., Sari, 2005). Normal ağırlıklı beton inşaat sektöründe günümüzde en çok kullanılan taşıyıcı malzemedir. Çok iyi bir taşıyıcı malzeme olmasına karşın birim ağırlığı yüksektir. Bu nedenle yapılarda zati ağırlıklar çok yüksek boyutlara ulaşmaktadır. Normal ağırlıklı betonun birim ağırlığının azaltılmasıyla, yapı veya yapı elemanının ağırlığını azaltarak, ekonomi ve emniyet avantajları sağlamak mümkündür (Uğur, 2004., Subaşı, 2009).

Pomza taşı, volkanik tüf ve volkanik cüruf ülkemizde yaygın olarak kullanılan hafif agregadır. Orta ve Doğu Anadolu'da oldukça büyük rezervleri olduğu bilinmektedir (Sancak ve Şimşek, 2008., Mouli and Khelafi, 2008). Ancak doğal hafif agregalarla taşıyıcı hafif beton üretimi yüksek oranda çimento kullanımı gerektirmektedir. Bu durum maliyet artışına ve betonda segregasyon problemlerine neden olmaktadır (Al-Khaiat, and Haque, 1998).

Pomza, ülkemizde ve pek çok Avrupa ülkesinde yaygın olarak hafif yapı elemanı üretiminde kullanılmaktadır. Hafif tuğlalar, bloklar, paneller ve diğer kullanım şekilleri inşaatla kullanılan harç ve inşaat demirinden tasarruf sağladığı gibi, inşaatlarda önemli oranda ısı ve ses izolasyonu sağlamaktadır. Bunun yanında yangına dayanıklılık açısından da normal betona kıyasla %20 ye varan oranda daha emniyetli olduğu kabul edilmektedir. Ayrıca hafif yapı elemanı nakliyesi daha kolaydır. Pomzalı betonun normal betona kıyasla önemli bir avantajı da deprem yüklerine karşı daha elastik davranış gösterebilmesidir. Pomzalı beton ve yapı elemanları dondan etkilenmemektedir (Gündüz, vd.,1998).

Hafif malzemelerin, ucuz olması, teknoloji ithali ve büyük yatırımlar gerektirmeleri, başta ısı yalıtımından sağlayacağı enerji tasarrufu olmak üzere işçilik, demir ve kereste tasarrufu vb. bu konuda önemli avantajlar olarak gösterilmektedir. Pomza agregalı hafif betonlar, bugünkü modern yapı endüstrisinde, istenen az ağırlık yanında ısı direnci, ses absorpsiyonu ve yangına karşı direnci gibi en iyi özelliklere sahiptirler.

Yapılan araştırmalar sonunda normal beton yerine pomza agregalı hafif beton kullanılmasının başlıca sebepleri arasında, hafiflikleri nedeniyle kesitlerin küçülmesi ve dolayısıyla donatı ve malzeme ekonomisi sağlanması, kullanılabilir mekânların artması yer almaktadır. Bunun yanında; ısı ve ses yalıtımı için ikinci bir malzeme kullanımına ihtiyaç göstermemesi, donma çözülme ve ateşe dayanımlarının yüksek olması ve depreme dayanıklı olmaları gibi özelliklerinden dolayı tercih edilmektedirler (Aksoy, 2009).

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1.Materyal

Çalışmada kullanılan pomza agregası Isparta Isbaş Bims Blok üretim tesislerinden temin edilmiştir. Beton karışımlarında kullanılan 0-4 mm pomza agregasına ait fiziksel özellikleri TS EN 3526 ya uygun olarak belirlenmiştir. Tablo 1’de, pomza ya ait resim ise Şekil 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Pomza agregasına ait fiziksel özellikler

Agrega Boyutu	Etüv Kuru Yoğunluk ( $\text{gr/cm}^3$ )	DYK Yoğunluk ( $\text{gr/cm}^3$ )	Su Emme Oranı (%)	Gevşek Birim Hacim Ağırlık ( $\text{gr/cm}^3$ )	Sıkışık Birim Hacim Ağırlık ( $\text{gr/cm}^3$ )
0-4 mm	1.72 $\text{gr/cm}^3$	1.44 $\text{gr/cm}^3$	36.7	2.85 $\text{gr/cm}^3$	3.14 $\text{gr/cm}^3$



**Şekil 1.** Beton karışımlarında kullanılan 0-4 mm dane aralığındaki pomzanın görünümü

Bağlayıcı olarak Çimsa firmasından temin edilen BPC 52,5 R/85 çimentosu, 28 günlük kullanılmıştır (Çimsa 2012). Çimentoya ait kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 2’de verilmiştir. Karışım suyu olarak, S.D.Üniversitesi Batı yerleşkesi içme suyu şebekesinden sağlanan su kullanılmıştır. Karışımlarda, istenilen işlenebilirliği sağlamak amacıyla Sikament FFN Plus akışkanlaştırıcı katkı kullanılmıştır.

**Tablo 2.** BPC 52,5 R/85 süper beyaz çimentosu fiziksel ve kimyasal özellikleri

KİMYASAL ÖZELLİKLER	Sonuçlar	Test Metodu	Standart	
			En az	En çok
Kızdırma Kaybı %	3,22	EN 196-2	-	5,00
Çözünmeyen kalıntı %	0,18		-	5,00
Kükürttrioksit (SO <sub>3</sub> ) %	3.46	XRF	-	4,00
Çözünen Krom Cr <sup>+6</sup> ppm	0,50	EN 196-10	-	-
Klorür (Cl <sup>-</sup> ) %	0,0070	EN 196-2	-	0,10
<b>FİZİKSEL ÖZELLİKLER</b>				
Beyazlık (CIE Sistemi Y Değeri) %	85,3	CEI Sistemi Y Value	85,0	
0,045 Elekte Dağılım %	0,8	EN 196-1,3,6	-	-
Özgül Yüzey (Blaine) cm <sup>2</sup> /gr	4840		-	-
Priz Başlangıcı Dakika	105		45	-
Hacim Genleşmesi mm	1,5		-	10
2 Günlük Basınç Dayanımı MPa	37,2		30	-
28 Günlük Basınç Dayanımı MPa	-		52,5	-
Yoğunluk gr/cm <sup>3</sup>	3,15		-	-

## 2.2.Yöntem

Harç örneklerinin karışımlarında 0-4 mm dane çapındaki pomza agregası kullanılmıştır. Çimento kullanımı için 200, 300, 400 ve 500 kg/m<sup>3</sup> dozlu olacak şekilde 5 farklı harç karışımı seçilmiştir. Karışımlara çimento ağırlığının % 0-1-2-3'ü oranında akışkanlaştırıcı katılmıştır. Karışımın Su/Çimento (S/Ç) oranı 0.40'dır. Harç örneklerinin üretilmesi için TS EN 196-1 u uygun olarak karışımlar hazırlanmış ve kalıplara standartta belirtilen yönergeye göre yerleştirilmiş ve bakımları yapılmıştır. 7. ve 28. günlere kadar standarda uygun olarak kür edilmiştir. Harç karışımlarının su ihtiyacı, ASTM C 1437 “Standart test method for flow of hydraulic cement mortar” standardında belirtilen esaslara göre, akma tablası kullanılarak %110 ± 5 akma olacak şekilde belirlenmiştir. ASTM C 230/C 230M-98'in gereksinimlerini karşılayan bir akma tablası kullanılmıştır.



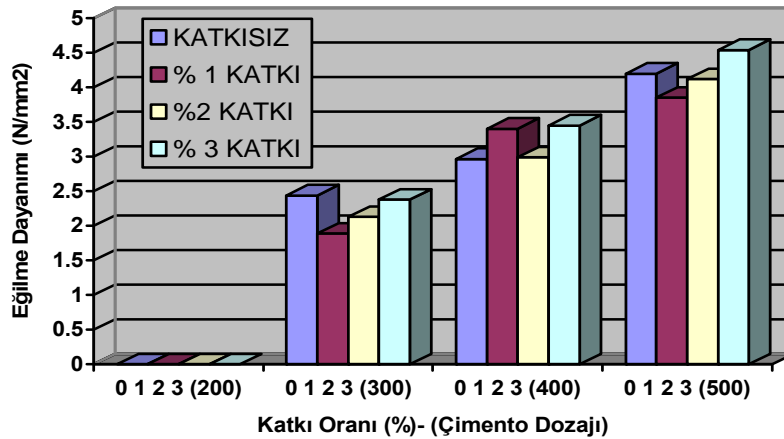
Şekil 2. Akma Tablası

### 2.2.1. Harç numunelerinin basınç ve eğilme dayanımı deneyi

TS EN 196-1 e göre eğilme ve kırılarak ikiye ayrılan parçaların 40x40 mm lik yüzeyine basınç deneyi uygulanarak basınç dayanımı değerleri elde edilmiştir. Deneyde 25 ton yükleme kapasiteli, dijital kumanda ünitesi ve yükleme hızı ayarlanabilen tek eksenli çimento basınç ile 5 ton kapasiteli çimento eğilme test cihazı kullanılmıştır.

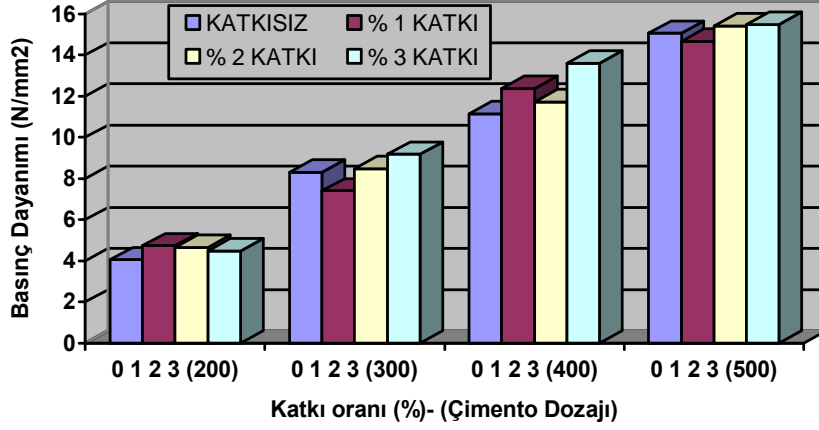
## 3. DENEYSEL BULGULAR ve TARTIŞMA

Numunelerden elde edilen 7 günlük eğilme ve basınç dayanımı değerleri ve 28 günlük basınç dayanımı değerleri Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 de verilmiştir.



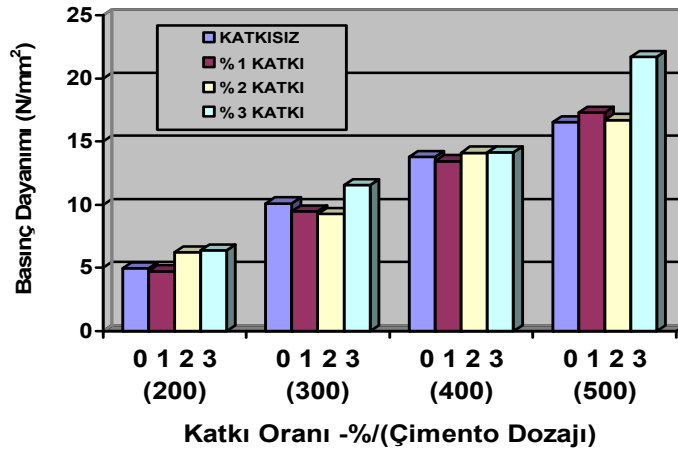
Şekil 3. 7 günlük numunelerde elde edilen eğilme dayanımları

Şekil 3 incelendiğinde 7. günde en yüksek eğilme dayanımları 500 dozlu karışımlarda elde edilmiştir. Burada katkı kullanım oranının artışına bağlı olarak bir artış izlenmektedir. Ancak %2 ve %3 oranlarının sağladığı eğilme dayanımı artışları arasında çok büyük fark görülmemiştir.



**Şekil 4.** 7. günde katkı kullanım oranına bağlı basınç dayanım değişimi

Şekil 4'e göre dozaj arttıkça basınç dayanımının arttığı gözlemlenmiştir. 7 günlük 200-300-400-500 dozlu % 0-1-2-3 oranları ile üretilen numunelerde en yüksek basınç dayanımları 500 dozlu %2 ve % 3 katkılı karışımlarda elde edilmiştir. Burada katkı kullanım oranının artışına bağlı olarak bir artış izlenmektedir. Ancak %2 ve %3 oranlarında katkı kullanılan 500 dozlu numunelerin basınç dayanımı artışları arasında belirgin bir fark kaydedilmemiştir.



**Şekil 5.** 28. günde katkı kullanım oranına bağlı basınç dayanımı değişimi

Şekil 5'in değerlendirilmesi ile görüleceği gibi Şekil 4'e benzer olarak dozaj arttıkça dayanımın arttığı ancak katkı kullanım oranının artışına bağlı belirgin bir değişiklik olmadığı anlaşılmaktadır. 28 günlük en yüksek basınç dayanımları 500 dozlu karışımlarda % 3 katkılı numunelerde elde edilmiştir. Sadece 28 günlük basınç dayanımı değerlerinde %3 katkılı numunelerin diğerlerine oranla belirgin bir artış sağladığı tespit edilmiştir. Burada katkısız ve

%2 katkılı numunelerin basınç dayanımları arasında bir fark yoktur. Ancak % 1 katkı kullanımı ile 500 dozlu örnekte bir artış kaydedilmiştir. Diğer dozajlarda aynı durum söz konusu olmadığı için katkı kullanım oranının artışına bağlı olarak bir artış olduğu genellemesi yapılamaz.

#### 4.SONUÇLAR

Pomza ile üretilen blok elemanlar standart tuğla elemanların dayanım değerlerini sağlaması yanında, daha iyi yalıtım özelliğine sahip olması da bölme elemanları için kullanılmasına bir avantaj teşkil edebilir. İçerdikleri boşluk miktarından dolayı yalıtım amaçlı hafif beton ve hafif blok eleman üretiminde pomza malzemesi halen yaygın olarak değerlendirilmektedir.

Ancak gelişen inşaat teknolojilerinde gittikçe talep edilen bir ürün olan hazır bölme duvar elemanlarının, yerel kaynaklarımızdan ve doğal bir agrega olan pomzanın kullanımı ile üretilebilirliğinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaç ile yapılan bu çalışmada, %3 oranındaki süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkı ve 500kg/m<sup>3</sup> çimento dozlu karışımdan kalıplanan harç çubuğu örneklerinden 28 günlük kür sonunda elde edilen basınç dayanımı değerlerine göre pomza agregalı harçlar ile taşıyıcı hazır duvar elemanları da üretilebilir.

#### TEŞEKKÜR

2822-YL-11 nolu proje kapsamında çalışmalarına destek veren Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimine teşekkür ederim.

#### 5. KAYNAKLAR

1. Kok, S.C., Min-Hong, Z., “Water Permeability and Chloride Penetrability of High-Strength Lightweight Aggregate Concrete”, Cement and Concrete Research, No. 32, 639-645, 2002.
2. Sari, D., Paşamehmetoğlu, A.G., “The Effects of Gradation and Admixture on the Pumice Lightweight Aggregate Concrete”, Cement And Concrete Research, No. 35(5), 936-942, 2005.
3. Uğur, L., “Ankara İli ve Çevresinde Eşdeğer Jeolojik Formasyonlardan Sağlanan KırmataşAgregaların Beton Yapımına Uygunluğu”, Politeknik, Cilt 7, Sayı 4, s.341-351, 2004.
4. Serkan Subaşı, Tuncay Kap, “Genleştirilmiş Kil Agregalı Hafif Betonun Yapı Davranışı ve Kaba Yapı Maliyetine Etkisi”, e-Journal of New World Sciences Academy Technological Applied Sciences, Volume: 4, Number: 1, 48-54, 2009.
5. Sancak, E., Şimşek, O., "Effect of high temperature on the lightweight structural pumice aggregate concrete with silica fume" 7th International Congress Concrete: Construction's

Sustainable Option, Concrete Fire Engineering Section, pp.89-102, Dundee, Scotland, July 8 10, 2008.

6. Mouli M., Khelafi H., “Performance characteristics of lightweight aggregate concrete containing natural pozzolan”, Building and Environment, 43, 31–36, 2008.

7. Al-Khaiat, H., Haque, M.N., “Effect of Initial Curing on Early Strength and Physical Properties of Lightweight Concrete”, Cement And Concrete Research, No. 28, 859-866, 1998.

8.Gündüz, L., Sarısık, A., Tozaçan, B., Davraz, M., Ugur, İ. ve Çankıran, O.,1998. "Pomza Teknolojisi,Cilt I, Isparta 288 s.

9.Gündüz, L., Sarısık, A., Tozaçan, B., Davraz, M., Ugur, İ. ve Çankıran, O., 1998. "Pomza Teknolojisi,Cilt II, Isparta, 206 s.

10. Aksoy ,E.,Isparta Gelincik Pomza Yataklarının Jeolojisi, Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Selçuk Üniv. Fen Bil. Ens. Y. Lisans Tezi, Konya, 2009.

11.Çimsa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş (Mersin) Çimento Deney Raporu,2012

12. TS EN 3526 Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini., Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

13.TS EN 196-1 Çimento Deney Metotları- Bölüm 1: Dayanım., , Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

14.ASTM C230 / C230M - 08 Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement